

**ULTRAHIGH STRENGTH CEMENT HARDENED BODY**

**Patent number:** JP2001226160  
**Publication date:** 2001-08-21  
**Inventor:** YAMADA KAZUO  
**Applicant:** TAIHEIYO CEMENT CORP  
**Classification:**  
- **international:** (IPC1-7): C04B28/02; C04B14/38; C04B14/38;  
C04B14/48; C04B16/06; C04B18/14; C04B22/06;  
C04B24/26; C04B28/02; C04B103/30; C04B111/20  
- **european:** C04B20/00F; C04B28/02  
**Application number:** JP20000040232 20000217  
**Priority number(s):** JP20000040232 20000217

**Report a data error here**

**Abstract of JP2001226160**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a cement hardened body having sufficient cracking resistance and also ultrahigh strength. **SOLUTION:** This cement hardened body is formed from a mix containing at least cement, a pozzolanic fine powder, aggregate having <=2 mm grain size, whiskers, water and a water reducing agent.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-226160

(P 2 0 0 1 - 2 2 6 1 6 0 A)  
(43)公開日 平成13年8月21日(2001.8.21)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C04B 28/02		C04B 28/02	4G012
14/38		14/38	Z
//(C04B 28/02		(C04B 28/02	Z
18:14		18:14	Z
14:38		14:38	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-40232(P 2000-40232)

(22)出願日 平成12年2月17日(2000.2.17)

(71)出願人 000000240  
太平洋セメント株式会社

東京都千代田区西神田三丁目8番1号

(72)発明者 山田 一夫  
千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 太平洋  
セメント株式会社佐倉研究所内  
F ターム(参考) 4G012 PA07 PA15 PA19 PA20 PA24  
PA27 PA28 PA29

(54)【発明の名称】超高強度セメント硬化体

(57)【要約】

【課題】ひび割れに対し十分な抵抗性を有し、且つ超高強度であるセメント硬化体を提供する。

【解決手段】少なくとも、セメント、ポゾラン質微粉末、粒径2mm以下の骨材、ウィスカーや水及び減水剤を含む配合物からなる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも、セメント、ポゾラン質微粉末、粒径2mm以下の骨材、ウィスカーや水及び減水剤を含む配合物からなることを特徴とする超高強度セメント硬化体。

【請求項2】 配合物が、金属繊維、有機繊維、炭素繊維の何れか1種又は2種以上を含むことを特徴とする超高強度セメント硬化体。

【請求項3】 金属繊維が、径0.01～1.0mm、長さ2～30mmの鋼繊維である請求項2記載の超高強度セメント硬化体。  
10

【請求項4】 有機繊維が、径0.005～1.0m、長さ2～30mmのビニロン繊維、ポリプロピレン繊維、ポリエチレン繊維、アラミド繊維から選ばれる一種以上の繊維である請求項2記載の超高強度セメント硬化体。

【請求項5】 炭素繊維が、径0.005～1.0m、長さ2～30mmである請求項2記載の超高強度セメント硬化体。

【請求項6】 配合物に、平均粒径3～20μmの無機粉末を含む請求項1～5の何れか記載の超高強度セメント硬化体。  
20

【請求項7】 配合物に、平均粒径1mm以下の針状粒子及び／又は板状粒子を含む請求項1～6の何れか記載の超高強度セメント硬化体。

【請求項8】 ウィスカーや、径1～20μm、アスペクト比3～50のセラミックスウィスカーや炭素ウィスカーやある請求項1～7の何れか記載の超高強度セメント硬化体。  
30

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高いひび割れ抵抗性、とりわけ曲げ応力によって発生するひび割れに対する高い抵抗性を備えた超高強度セメント硬化体に関するもの。

## 【0002】

【従来技術とその問題点】 一般に、超高強度セメント硬化体や超高強度コンクリートと称されているものは、概ね100MPaを超える圧縮強度を有し、その配合構成は、通常のセメント硬化体やコンクリートと比べ、骨材径を最大数mm以下に制限し、水セメント比をかなり低く抑え、水セメント比の低下を減水剤の使用で補い、また特に曲げ強度を高めるものでは各種の繊維が配合されることが多い。

【0003】 圧縮強度や曲げ強度が特に高い値を有する超高強度セメント硬化体であっても、ひび割れに対する抵抗性、特に微細ひび割れ発生に対する抵抗性は必ずしも高くはない。これは、脆性材料のひび割れ発生の原因が、主に一定の曲げ荷重の連続載荷によるものであり、斯かる荷重が正負繰り返されると微少ひび割れはよ

り大きなひび割れに急速に進展し、材料の破壊に繋がる。一方で繊維を大量に含有させると、ひび割れの進展・拡大阻止が図れるものの、特に圧縮強度の低下を招き易く、超高強度の特性を喪失することになる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は前記問題点の解決を行うものであって、ひび割れに対し十分な抵抗性を有し、且つ超高強度であるセメント硬化体を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、前記課題解決のため鋭意検討した結果、セメント硬化体を構成する水和成分硬化相（マトリックス相）自体の韌性を高めることで、初期ひび割れ発生に対する著しく高い抵抗力を硬化体全体に付与させることができること。この韌性を大幅に向上させるには特に非金属系の無機材質よりもウイスカーやの配合が強度低下させることも殆どなく優れた効果を奏したこと、等の知見を得、該ウイスカーやを含む特定の配合物からなる硬化体が、十分なひび割れ抵抗性と従来の超高強度セメント硬化体に匹敵する強度特性を有するものとなったことから、本発明を完成させた。

【0006】 即ち、本発明は、以下の（1）～（8）で表される超高強度セメント硬化体である。（1）少なくとも、セメント、ポゾラン質微粉末、粒径2mm以下の骨材、ウイスカーや、水、及び減水剤を含む配合物からなることを特徴とする超高強度セメント硬化体。（2）配合物が、金属繊維、有機繊維、炭素繊維の何れか1種又は2種以上を含むことを特徴とする前記（1）の超高強度セメント硬化体。（3）金属繊維が、径0.01～

1.0mm、長さ2～30mmの鋼繊維である前記（2）の超高強度セメント硬化体。（4）有機繊維が、径0.005～1.0mm、長さ2～30mmのビニロン繊維、ポリプロピレン繊維、ポリエチレン繊維、アラミド繊維から選ばれる一種以上の繊維である前記（2）の超高強度セメント硬化体。（5）炭素繊維が、径0.005～1.0mm、長さ2～30mmである前記（2）の超高強度セメント硬化体。（6）配合物に、平均粒径3～20μmの無機粉末を含む前記（1）～（5）の何れかの超高強度セメント硬化体。（7）配合物に、平均粒径1mm以下の針状粒子及び／又は板状粒子を含む前記（1）～（6）の何れかの超高強度セメント硬化体。  
40

（8）ウイスカーや、径1～20μm、アスペクト比3～50のセラミックスウイスカーや炭素ウイスカーやある前記（1）～（7）の何れかの超高強度セメント硬化体。

## 【0007】

【発明の実施の形態】 本発明に於いて、配合物に必須含有されるセメントは特に限定されず、何れのセメントでも良く、例えば、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメント、低熱

ポルトランドセメント等の各種ポルトセンドセメント、高炉セメント、フライアッシュセメント等の混合セメントを挙げることができる。

【0008】また、本発明で、配合物に必須含有されるポゾラン質微粉末は、シリカフューム、シリカダスト、フライアッシュ、スラグ、火山灰、シリカゾル、沈降シリカ等が挙げられる。一般に、シリカフュームやシリカダストでは、その平均粒径は、1.0 μm以下であり、粉碎により微粉化する必要がないので好適である。比較的粒径の大きいポゾラン物質では粉碎を行い、平均粒径1.0 μm以下に調整する。

【0009】ポゾラン質微粉末が配合されることにより、そのマイクロフィラー効果及びセメント分散効果により硬化体が緻密化し、圧縮強度が向上する。一方、ポゾラン質微粉末の添加量が多くなると単位水量が増大するので、ポゾラン質微粉末の添加量はセメント100重量部に対して5～50重量部が好ましい。

【0010】また、配合物には粒径2mm以下の骨材、好ましくは粒径1.5mm以下の骨材、が必須含有される。この場合、骨材の粒径とは85%（重量）累積粒径であり、従って粒径2mmを超える骨材が多少含まれても良い。全骨材量に対する粒径2mm以下の骨材量が少なくなると、強度が低下するため、粒径2mm以下の骨材量は、全骨材量の50重量%以上が好ましい。

【0011】本発明では、川砂、陸砂、海砂、碎砂、珪砂の何れか1種又は2種以上からなる混合砂が粒径2mm以下の骨材として使用できる。この骨材の配合量は、強度や耐久性を高める上で、セメント100重量部に対して50～250重量部が好ましく、80～180重量部がより好ましい。

【0012】また、本発明に於ける配合物は、ウィスカーを必須含有する。ウィスカーは、セメント水和物よりも高弾性率であることが好ましく、マトリックスとの親和性等から非金属系の無機材質となるウィスカーが好ましい。このようなウィスカーの一例としては、炭素ウイスカーや炭化珪素、窒化珪素、アルミナ、ジルコニアなどのセラミックスウイスカーを挙げることができる。また、セメント水和組織を韌性面で補強する観点から、硬化後の該組織が概ね数十μm程度であるため、その組織範囲内の大きさのウィスカーを使用するのが望ましく、好ましくは直径が1～20 μmのウィスカー、より好ましくは直径が1～10 μmのウィスカーとする。ウイスカーは高アスペクト比のものほど高韌化作用が強く発揮できるが、著しくアスペクト比を高めると配合・混練などの作業時に折れ易いため、およそ3～50のアスペクト比のものを用いることを推奨する。ウィスカーの配合量は配合後の流動性とひび割れ抵抗作用を鑑み、セメント100体積部に対して2～40体積部が好ましく、5～20体積部がより好ましい。40体積部を超えるとウィスカーの分散性と配合物の流動性が著しく低下

するので好ましくなく、また、2体積部未満では配合効果が殆ど発現されず、ひび割れ抵抗性が向上しないので好ましくない。

【0013】また、本発明に於ける配合物は、減水剤を必須含有する。減水剤は、減水効果の大きい高性能減水剤又は高性能AE減水剤が好ましく、リグニン系、ナフタレンスルホン酸系、メラミン系、ポリカルボン酸系、ポリエーテル系の何れかの成分系のものを使用することができる。減水剤の添加量は、配合物の流動性や分離抵抗性、硬化後の強度、更にはコスト等から、セメントに対して固型分換算で0.5～4.0重量%が好ましい。尚、減水剤は粉末状又は液状の何れであっても良い。

【0014】また、本発明に於いて、必須配合する水の量は、含水配合物の流動性や分離抵抗性、また硬化後の強度や性状安定性等からセメント100重量部に対し10～35重量部が好ましく、15～25重量部がより好ましい。水の配合量が10重量部未満では流動性が低下して配合物の混練が困難になり、また35重量部を超えると硬化性や強度が低下するので何れも好ましくない。

【0015】また、本発明では、硬化体の曲げ強度を高め、とりわけ韌性を向上させる点から、金属繊維、有機繊維、炭素繊維の何れか1種以上を含んだ配合物を用いるのが好ましい。金属繊維は鋼繊維やアモルファス繊維等が挙げられるが、特に鋼繊維が高強度であって入手し易く、又コスト的にも比較的安価であることから推奨される。金属繊維は、直径0.01～1.0mm、長さ2～30mmのものが好ましい。直径0.01mm未満では張力によって切断され易くなり、また直径1.0mmを超えると同一配合量では硬化体に含まれる繊維の数が激減することになるため、強度や韌性の低下が顕著となるので何れも好ましくない。また、繊維長さが30mmを超えると、混練時にファイバーボールが生じ易くなるので、好ましくない。繊維長さが2mm未満ではマトリックスとの付着力が低下するため曲げ強度が低下するので好ましくない。金属繊維の配合量は、凝結後の硬化体積の4%未満に相当する量が好ましく、より好ましくは、3.5%未満に相当する量とする。配合量が4%以上では、流動性が低下し、作業性が低下するので好ましくない。

【0016】また、有機繊維は、ビニロン繊維、ポリプロピレン繊維、ポリエチレン繊維、アラミド繊維などを挙げることができる。有機繊維と炭素繊維の形状寸法は、直径0.005～1.0mm、長さ2～30mmのものが好ましい。有機繊維及び／又は炭素繊維の配合量は、凝結後の硬化体体積の10%未満に相当する量が好ましく、より好ましくは7%未満に相当する量とする。配合量が10%以上では繊維分散性が低下し、また配合物の流動性も乏しくなるので好ましくない。

【0017】また、配合物には、硬化体の充填密度や耐久性を高める観点から、平均粒径3～20 μm、より好

ましくは平均粒径4~10μmの無機粉末を含むことが好ましい。無機粉末としては石英粉末がコスト的に安価であり、所望の効果を十分発現できることなどから特に推奨される。石英粉末は天然鉱物源とする品質又は非晶質の石英の他、シリカを主成分とする無機粉末であれば限定されない。該粉末の配合量は、セメント100重量部に対し、50重量部以下が好ましく、20~35重量部がより好ましい。配合量が50重量部を超えると配合部がより好ましい。配合量が50重量部を超えると配合物の流動性が低下したり、硬化後の強度が低くなるので好ましくない。

【0018】また、本配合物は、硬化後の韌性を高めるため、平均長軸径が1mm以下の針状及び/又は板状の粒子を含むことができる。針状粒子としては、ウォラストナイト、ポーキサイト、ムライト等の天然若しくは合成の鉱石類からなるものを挙げることができ、板状粒子としては、マイカフレーク、タルクフレーク、バーミキュライトフレーク、アルミナフレーク等を挙げることができる。針状及び/又は板状の粒子の配合量は、セメント100重量部に対し、最大35重量部とするのが好ましく、10~25重量部がより好ましい。配合量が35重量部を超えると、配合物の流動性が低下したり、硬化性が低下するがあるので好ましくない。尚、針状粒子の形状寸法は、針状度、即ち(長軸径/短軸径)の値が3以上のものが望ましい。

【0019】本発明に於ける配合物は、上記成分以外の他の成分、例えば他の混和剤などを必要に応じて適宜含むものであっても良い。

【0020】本発明の超高強度硬化体を製造する上で、配合物を構成する各成分の配合順序は特に限定されない。

い。一例を挙げれば、各成分を混練機に一括投入して混練する方法。また、水、減水剤以外の成分を予め乾式混合(プレミックス)し、次いで該プレミックス物、水及び減水剤を混練機に投入し混練する方法。但し、粉末状減水剤使用の場合は減水剤もプレミックスしておく、などの方法がある。混練は、一般にコンクリート製造で使用されている混練機なら何れのものでも用いることができ、例えば振動型ミキサ、パン型ミキサ、二軸練りミキサ、傾胴ミキサ等を使用することができる。

【0021】混練物は、概ね3~4週間常温常圧で養生を行うことによって超高強度のセメント硬化体となる。尚、混練物の使用法は特に限定されず、例えば成型品を作製する場合は所望形状の型枠に流し込むことによって得ることができ、また、各種構築物や土木用に直接施工しても良く、更に充填材として使用することもできる。

【0022】

【実施例】低熱又は普通ポルトランドセメント(太平洋セメント(株)製)、平均粒径0.7μmのシリカフューム、珪砂4号と5号の重量比2:1からなる混合砂、20直徑0.2mmで長さ15mmの鋼繊維、市販のポリカルボン酸系高性能AE減水剤、平均粒径7μmの天然石英粉末、長軸径0.3mmで長軸径/短軸径=約4の針状ウォラストナイト、SiCウイスカー(直徑約4μm、アスペクト比約5)並びに水から選ばれた材料を、表1に表す配合量となるよう二軸練りミキサに一括投入し、混練を行った。

【0023】

【表1】

セメント ノーリント ン・セメント 注1) 重量 部	配合成分と配合量										曲げひ び割れ 強度 MPa 注4) 曲げ 強度 MPa 耐応力 MPa
	シリカ フューム	混合砂	高炉Ca 減水剤	鋼繊維	水	石英 粉	ウォラス トナイト け付	ウイスカ ー	圧縮 強度 MPa	曲げ 強度 MPa	
	重量 部	重量部	重量部	体積% 注2) 注3)	重量 部	重量 部	重量 部	体積部 注4)			
実施例1	100	32.5	120	1.0	0.22	0	0	10	210	25	10
実施例2	100	32.5	120	1.0	2.22	0	0	10	210	47	11
実施例3	100	32.5	120	1.0	2.22	30	10	10	280	47	11
比較例1	100	0	120	0	0.50	0	0	0	38	5	6

注1) 比較例のみ普通ポルトランドセメントを使用

注2) 固形分換算値

注3) 液体分を除く配合物中の体積%

注4) セメント100体積部に対する配合体積

【0024】混練してなる各配合物からJIS A1132に準じた方法により圧縮強度試験用供試体及び曲げ試験用供試体をそれぞれ作製し、JIS A1108の方法に準じて圧縮強度を、またJIS A1106の方に準じて曲げ強度、また曲げひび割れ発生応力を測定した。各測定結果を表1に併せて表す。

【0025】

【発明の効果】本発明の超高強度セメント硬化体は、格段に高い韌性と強度を有し、特に曲げひび割れ抵抗性が著しく高いものとなることから、従来のコンクリート系材料では困難であった用途、例えば過度の曲げ応力負荷が加わるような部材用途にも十分使用することができる。

## フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>(参考)</sup>
C 04 B 16:06	C 04 B	16:06	G
14:38		14:38	A
14:48		14:48	C
22:06		22:06	A
16:06		16:06	A
24:26)		24:26)	E
103:30		103:30	
111:20		111:20	